ПАРАЗИТОЛОГИЯ, II, 2, 1968

УДК 576.895.775

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПИТАНИЕМ БЛОХ В УСЛОВИЯХ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО КОРМЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ КАПИЛЛЯР ВОЗБУДИТЕЛЕМ ЧУМЫ

А. П. Алексеев, В. А. Бибикова, Н. М. Хрусцелевская

Центральный научно-исследовательский дезинфекционный институт
Минздрава СССР, Москва, и Среднеазиатский научно-исследовательский
противочумный институт, Алма-Ата

Исследованы скорость питания и объем поглощаемой жидкости, содержащей дозированное количество возбудителей чумы, блохами *Xenopsylla gerbilli minax* Jord., *Ceratophyllus laeviceps* Wagn. при условии принудительного кормления. Прослежена судьба возбудителя при различных условиях питания.

Разработка методики индивидуального дозированного кормления блох микробами чумы (Алексеев, 1965, Алексеев и др., 1967) позволила провести ряд предварительных наблюдений за ритмом и скоростью питания блох *Xenopsylla gerbilli minax* Jord., *Ceratophyllus laeviceps* Wagn. и *X. cheopis* Rothsch., определить с точностью до 0.005 мл объем выпиваемой отдельной особью жидкости, вкусовые предпочтения блох, проследить за судьбой микробов в блохах и за выживаемостью зараженных разными дозами культуры чумы особей.

В качестве критериев пригодности пищевой жидкости для кормления блох были приняты скорость насыщения и объем поглощенной жидкости. Данные скорости питания (поглощение 0.045 мл) были обработаны статистически. В процессе обработки материала выявилось, что статистически достоверными могут быть данные только при условии разделения блох по скорости питания на 2 группы — до 60 сек. и более 60 сек. С помощью статистических методов были выявлены 2 группы блох — быстро и медленно питающихся. Причем, это явление наблюдалось как у *X. gerbilli minax*, так и у *C. laeviceps*. Интересно, что подобное явление наблюдали и другие авторы при питании кровососущих комаров на животном (O'Rourke, 1956), при кормлении блох *X. cheopis*, *X. gerbilli minax* и *Ctenophthalmus dolichus* на животных (Балашов с соавторами, 1961), что говорит о сходстве процессов естественного и принудительного питания. Выявление быстро и медленно питающихся особей блох связано с различным механизмом насасывания крови: одни пьют прямо из капилляра, другие пьют кровь, выступившую из сосудов в окружающую ткань. Такие предположения были высказаны ранее (Patton, Ivans, 1929; Snodgrass, 1944). В настоящее время они получили фактическое подтверждение.

Сравнение скоростей питания в зависимости от характера кормовой жидкости мы производили по обеим группам блох. Из данных табл. 1 видно, что самки обоих видов блох питаются заметно скорее, чем самцы, что, видимо, связано с более мощным сосательным аппаратом. Блох обоих видов, как оказалось, можно накормить с бо́льшим или меньшим успехом практически любой заражающей жидкостью, в том числе и чистым бульоном Хоттингера. Этот факт кажется нам особенно важным, так как позволяет считать, что в дальнейшем можно будет дозированно заражать

Таблица 1

Скорость насыщения блох (в секундах) при принудительном питании кормовой жидкостью с добавлением крови различных животных

Животное — донор	*Xenopsylla gerbilli minax*				*Ceratophyllus laeviceps*			
	характер добавленной крови							
	гемолизированная		дефибринированная		гемолизированная		дефибринированная	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
Лошадь.	— (Б) 139.0±29.3 (М)	30.5±9.4 149.4±34.6	60.0 135.0±21.4	34.3±9.3 80.0	* —	* —	30.0 —	19.1±6.1 —
Песчанка полуденная.	55.0±3.2 (Б) 120±25.4 (М)	30.8±2.5 85.0±5.0	35.0 104.5±7.5	44.0±6.7 —	51.0±11.3 154±40.6	31.5±9.1 —	— —	38.6±11.8 —
Белая крыса.	— (Б) 117.5±21.9 (М)	35.0±6.5 —	— —	— —	— —	21.2±2.5 —	— —	24.0±7.6 —
Морская свинка.	— (Б) 171±19.8 (М)	24.0±7.0 76.2±0.6	38.0±0.1 —	32.0±9.4 113.0	30.0±5.9 —	16.0 75.0	26.0 —	23.0±1.41 —
Контроль — бульон Хоттингера.	Самцы 195±43.5 Самки 55.0; 90.0				Самцы не питались Самки 15.5±0.2; 105—540 **			

Примечание. В скобках: Б — быстро питающиеся блохи, поглощающие 0.045 мл жидкости менее, чем за одну минуту; М — медленно питающиеся блохи (питавшиеся больше одной минуты).

* Отказ от питания (в опытах 25 особей, самцов и самок).

** Цифры должны быть уменьшены примерно в 2.8 раза, так как по техническим причинам кормление производили неподогретой жидкостью.

блох жидкостью, содержащей не только бульон и микробов, но и любые ингредиенты, способствующие или угнетающие жизнедеятельность микробов в блохах. Из 3 изучавшихся видов наиболее легко удавалось накормить *X. gerbilli minax*.

Скорость насыщения, как видно из данных табл. 1, зависит, хотя это и не всегда резко выраженно, от характера жидкости. Так медленно питались блохи при кормлении бульоном, но заметно быстрее они питались жидкостями, содержащими кровь.

Из этих последних относительно быстро поглощалась жидкость с добавлением крови грызунов по сравнению с кровью лошади, а среди грызунов наиболее быстро — кровь морской свинки, затем белой крысы и песчанки. Это же сказалось и на объемах выпиваемой жидкости.

Особых различий в скорости поглощения гемолизированной и дефибринированной крови нет, хотя дефибринированную кровь блохи, судя по визуальным наблюдениям, начинают пить охотнее, тем не менее пьют ее медленнее, чем гемолизированную, что, видимо, связано с образованием «пакетов» из эритроцитов в капилляре и с быстрым оседанием их в микропипетке. Судя по скорости питания, гемолизированной кровью даже предпочтительнее пользоваться, так как это представляет большое практическое удобство для дозированного кормления. Абсолютные величины скоростей питания (от нескольких секунд до нескольких минут) довольно точно совпадают с данными других авторов (Балашов с соавторами, 1961).

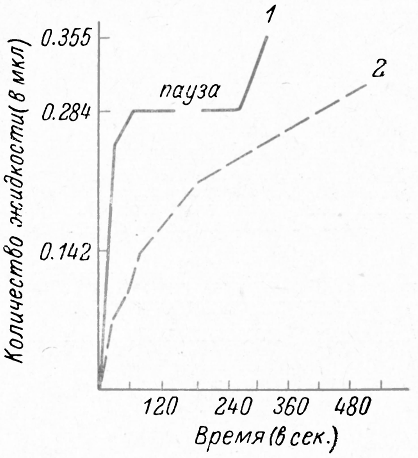

Рис. 1. Динамика насыщения самок блох заражающей жидкостью, содержащей дефибринированную кровь.

1 — *C. laeviceps*, *2* — *X. gerbilli minax*.

Попутно нами были сделаны наблюдения за скоростью питания блох *X. g. minax* неподогретой жидкостью комнатной температуры (21°) и подогретой до 37° в микротермостате, в который заключен конец микропипетки. Подогретой жидкостью блохи питались примерно в 2.8 раза быстрее, чем неподогретой.

Поглощение жидкости блохами происходит весьма неравномерно. Как видно из рис. 1, в первые секунды питания блохи выпивают более трети всей жидкости. Особенно стремительно этот процесс протекает у блох *C. laeviceps*, которые, как это было видно и из табл. 1, питаются значительно быстрее *X. g. minax*. Затем наблюдается замедление питания, а иногда и пауза, длящаяся до нескольких минут, после чего питание возобновляется.

Во время паузы нам удалось наблюдать толчкообразное перемещение столба жидкости в капилляре взад—вперед, создававшее впечатление, что блоха то всасывает, то выталкивает небольшое количество жидкости. Возможно, что явление, аналогично наблюдавшейся Ю. С. Балашовым с сотрудниками (1961) естественной отрыжке блох.

Непрерывное наблюдение в бинокуляр за питанием отдельных особей разных видов показало, что в большинстве случаев блохи *C. laeviceps* лучше и быстрее питаются, когда они как бы подвешены за хоботок, колюще-сосущие части которого введены в капилляр (рис. 2, *а*). Интересно, что нам удалось наблюдать повороты эпифаринкса вокруг своей оси внутри капилляра так же, как это наблюдали в тканях животного Деорас и Джоши (Deoras a. Joshee, 1961), а также видеть, что процесс питания может продолжаться при очень сильном изгибе эпифаринкса под любым углом в сторону или вверх (вперед), что также согласуется с данными этих авторов. Положение лациний не имеет существенного значения. Питание, как это было показано Лавуапьером и Хамаши (Lavoipierre a. Hamachi, 1961), действительно происходит через эпифаринкс. Блохи насасывали жидкость даже в тех случаях, когда лацинии вообще не вводились в капилляр. Нам удалось также наблюдать, что питание блох, в частности *X. g. minax* (рис. 2, *б*), возможно и без погружения хоботка в капилляр: достаточно было в некоторых случаях прикосновения кончика эпифаринкса к мениску жидкости в капилляре для того, чтобы началось питание. Это наблюдение представляется нам весьма важным, так как говорит о возможности «подлизывания» жидкости из капель, в том числе и из капель зараженной крови или экскрементов сильно напитавшейся другой блохи. Это наше предположение косвенно подтвердилось следующими наблюдениями: у некоторых блох *X. g. minax* (примерно в 6—7 случаях из 100) на IV—V стадии переваривания крови, взятых из инсектария для опытов по принудительному питанию, кончик хоботка оказался загрязненным засохшей капелькой крови, причем иногда часть капли была и на коксах

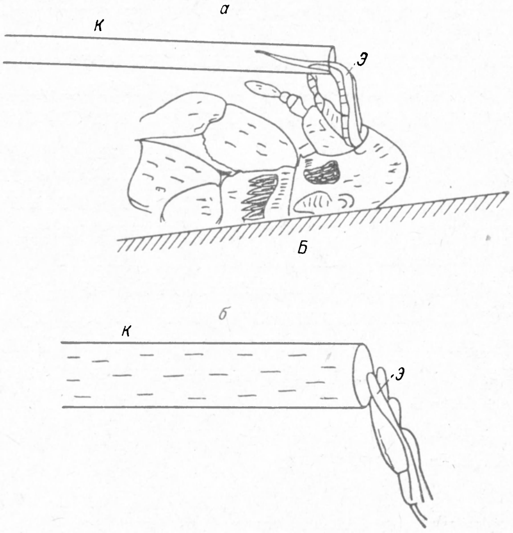

Рис. 2.

а — положения хоботка *C. laeviceps* при питании через капилляр, *б* — положение хоботка *X. gerbilli minax* при слизывании жидкости; *К* — капилляр, *Э* — эпифаринкс, *Б* — вакуумдержатель.

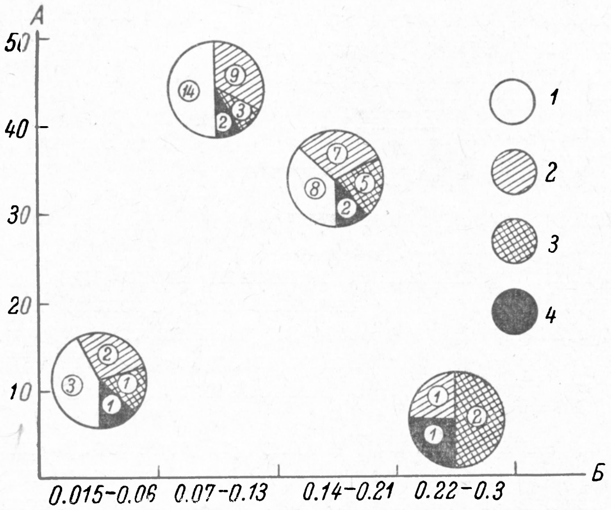

Рис. 3. Выживаемость самок *X. g. minax* в зависимости от количества поглощенной жидкости (количество микробов).

А — количество блох (в % к общему числу особей), выпивших разные дозы жидкости; *Б* — количество поглощенной кормовой жидкости в мкл. Количество особей, выживших в течение: *1* — 1—8, *2* — 9—16, *3* — 17—24, *4* — 25—32 дней.

передних конечностей. При вставлении хоботка в капилляр с бульоном Хоттингера капля растворялась, окрашивая его. Подобное явление может быть объяснено только «подлизыванием» голодавшими блохами капель фекалий других блох. А фекалии зараженных блох, как известно (Голов и Иофф, 1928), часто, хотя и нерегулярно, содержат жизнеспособных микробов чумы.

Для оценки возможной степени заражения той или иной жидкостью важно знать не только как питаются блохи, но и сколько они поглощают при этом жидкости (рис. 3).

Принудительное кормление *X. g. minax* и *C. laeviceps* удается, как видно, при всех использованных в опытах жидкостях, за исключением смеси, содержащей гемолизированную кровь лошади, пить которую блохи *C. laeviceps* отказались. Из рис. 3 видно, что блох *X. g. minax* удается принудительно накормить в большем проценте случаев, нежели *C. laeviceps*, чаще отказывавшихся от сосания.

Следует оговориться, что когда экспериментатор располагает достаточным временем и терпением, можно добиться значительного повышения процента накормленных особей: в наших опытах мы считали «отказавшимися от питания» тех блох, которые не начинали пить в течение 5—7 мин. Между тем некоторые особи, особенно часто *C. laeviceps*, начинают питаться (иногда очень интенсивно) на 7-й, 10-й и даже на 15-й минуте. Метод дозированного кормления дает возможность прямого измерения веса всасываемой жидкости одной особью (объем × удельный вес = весу поглощенной жидкости). Все предыдущие методы были весовыми, а взвешивать можно только партии блох и узнавать только средний вес.

Самки, как правило, принимают бóльшие объемы крови, нежели самцы. Подобное явление наблюдалось и ранее как для блох (Балашов и др., 1965; Куницкий, 1961; Брюханова и др., 1961), так и для других кровососущих насекомых, у которых кровососами являются оба пола, например у клопов рода *Cimex* и *Triatoma* (House, 1958).

Блох, действительно, можно накормить практически любой жидкостью, даже водой, как отмечал Картман (Kartman, 1954), или физиологическим раствором (наши наблюдения). Однако, как показывают эксперименты, оба вида испытанных блох оказались далеко не безразличными к «вкусу» даваемой им жидкости. Это выразилось как в уменьшении относительного количества отказов, так и в увеличении объема высасываемой блохами жидкости. Так, практически во всех случаях блохи лучше пили жидкость с добавлением крови, причем с кровью грызунов — охотнее, чем с кровью лошади. Труднее провести четкую грань во «вкусовых» предпочтениях к крови различных грызунов. Однако создается впечатление, что из числа испытанных образцов наиболее охотно блохи питались жидкостью с добавленной в нее кровью морской свинки, причем как гемолизированной, так и дефибринированной. Эти данные как бы дополняют наши наблюдения о большей скорости поглощения блохами жидкости с добавлением крови именно этого грызуна. Результаты наших наблюдений имеют не только чисто теоретическое значение, ибо известно, что микробы чумы лучше выживают и дольше сохраняются в организме блох при питании последних зараженной кровью именно свинки по сравнению, например, с кровью белой мыши (в 1.8 раза) — (Тифлов, 1964). Это тем более важно, что кровь морской свинки легко получить в лаборатории.

Для предлагаемого метода принудительного кормления через капилляр имеет практическое значение и то обстоятельство, что выраженная разница в питании жидкостью с добавленной гемолизированной или дефибринированной кровью отсутствует. Правда, при питании дефибринированной кровью преобладают особи, поглощающие значительные объемы жидкости, однако это преимущество в значительной степени сводится на нет затруднениями (о которых мы уже упоминали) в работе с жидкостью, содержащей неразрушенные эритроциты.

Для суждения о предпочитаемости той или иной крови необходимо также учитывать максимальный объем жидкости, поглощаемой отдельными особями. Так, наибольшее количество жидкости (0.3—0.5 мкл) было выпито отдельными самками *C. laeviceps*, накормленными жидкостью, содержащей гемолизированную кровь песчанки и дефибринированную кровь морской свинки, а *X. g. minax* — дефибринированную кровь белой крысы и морской свинки. Однако использование этого критерия для оценки предпочитаемости той или иной смеси пока что ограничивается недостатком наблюдений.

Данные о питании *X. cheopis* не включены нами из-за крайне малого числа наблюдений: из 5 самок одна напиталась жидкостью с дефибринированной кровью крысы, из 3 самок одна — с гемолизированной, первая выпила всего 0.22 мкл со скоростью поглощения 0.045 мкл в 35 сек., вторая — 0.17 мкл со скоростью — 16 сек. Первая прожила 19, вторая — 6 суток, обе к моменту гибели освободились от микробов.

Мы проследили за зараженными блохами и получили предварительные данные о судьбе чумного микроба в организме зараженных особей. В опыты брали как голодных особей известного возраста, так и блох на IV—V стадии переваривания крови (Иофф, 1949), точный возраст которых был неизвестен. После принудительного кормления блох подкармливали на белых мышах 1 раз в 3—4 суток и содержали при 21—24° и 85—90% относительной влажности. Погибших блох исследовали на наличие в них чумных микробов.

Таблица 2

Отмирание блох, принудительно накормленных культурой чумы

Наблюдения в (сутках)	Количество блох, погибших в разные сроки					
	Xenopsylla gerbilli minax				*Ceratophyllus laeviceps*	
	ни разу не питавшиеся блохи		блохи, взятые в опыты на IV—V стадии переваривания			
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1—4	—	—	4	2	3	3
5—8	2	3	12	30	15	15
9—12	2	6	8	12	—	5
13—16	1	—	8	4	—	1
17—20	—	—	2	—	—	—
21—24	—	—	1	—	—	—
25—28	—	—	—	3	—	—
29—32	—	1	—	2	—	—
Всего под наблюдением	5	10	35	53	18	24
Из них оказалось зараженными к моменту гибели	2	1 (10%)	1 (2.8%)	6 (11.6%)	—	—

Как видно из табл. 2, количество блох, погибших на 5—12-е сутки, т. е. проживших (в среднем) неделю, составляет для ни разу не питавшихся блох *X. g. minax* 87%. Для блох этого вида, взятых в опыты на IV—V стадии переваривания крови — 70.5%, и, наконец, для *C. laeviceps* — 83.3%, причем количество блох, погибших в первые 4 суток, насчитывается лишь единицами. Самцы, как и следовало ожидать, выживали во всех случаях хуже.

В условиях лаборатории 50% незараженных *C. laeviceps* отмирает при сходных условиях кормления и содержания тоже в среднем за неделю (Куницкий, 1966), несколько дольше, до месяца, живут незараженные *X. g. minas* при 23—27° и 80% влажности (Бгытова, 1966). Пребывание чумного микроба в блохах несколько сокращает сроки жизни блох, поэтому наши данные показывают, что гибель блох не находится в сколько-нибудь заметной зависимости от процедуры принудительного кормления, так как обычно блохи этих видов живут при температуре 21—24° сходные сроки. Большинство блох к моменту гибели оказалось свободным от микробов, и только 10—11% самок *X. g. minas* остались зараженными. Причины этого явления мы попытаемся раскрыть ниже.

При анализе выживаемости зараженных блох представляло интерес обнаружение зависимости между количеством первоначально поглощенной заражающей жидкости и длительностью жизни инфицированных особей. Из рис. 4, на котором представлены эти данные для самок, следует, что количество долго живущих особей не падает с увеличением количества поглощенной питающей жидкости (и, следовательно, количества микробов, так как для кормления блох во всех случаях использовали кормовые смеси, содержащие 1 млрд. микробных тел в 1 мм^3). Такой характер выживаемости блох, возможно, связан с быстрым освобождением самок от микробов чумы. Попутно отметим, что в опытах преобладали самки, выпившие средние количества жидкости: от 0.07 до 0.21 мкл. Несколько иной характер носило питание и выживаемость самцов *X. g. minax* (рис. 4). Во-первых, преобладали особи, выпившие небольшие количества жидкости, а во-вторых, среди особей, поглотивших большие дозы микробов, выживаемость была ниже, чем среди менее интенсивно зараженных. Судить о причинах этих явлений затруднительно из-за недостаточного количества наблюдений, хотя и не исключено, что механизмы очищения от микробов у самцов несколько менее совершенны, нежели у самок.

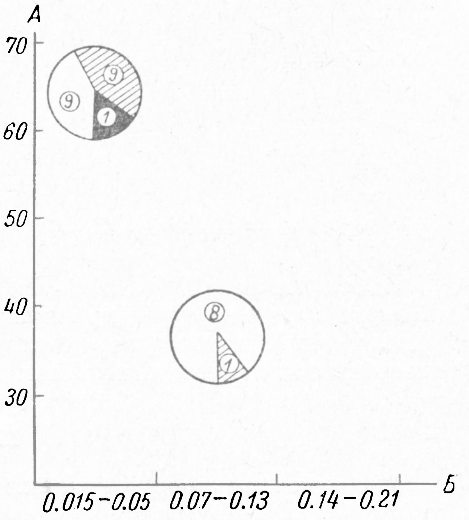

Рис. 4. Выживаемость самцов *X. g. minax* в зависимости от количества поглощенной жидкости (количество микробов).

Обозначения те же, что и на рис. 3.

Для суждения о судьбе микробов в организме блох и о соответствии расчетного количества подаваемых в питающей жидкости микробов количеству, действительно поглощенному, были проведены наблюдения, в которых блох *X. g. minax* через разные промежутки времени исследовали путем титрования и посева на агар. Эти данные суммированы в табл. 3.

Существующее предположение Дункана (Duncan, 1926) и Тифлова (1964) о том, что в организме блох, подобно другим членистоногим, существует некий неспецифический бактерицид, способствующий аутостерилизации их организма в ответ на введение микробов, подтверждается нашими данными.

Действительно, даже при посеве от блох, получивших с питающей жидкостью десятки и даже сотни микробных тел, через 15—30 мин. происходит редукция их числа от 100 до 1000 раз, а спустя несколько часов в подавляющем числе случаев блохи, зараженные штаммом EV, оказывались стерильными. Аналогичную картину мы видим и в работе Картмана с соавторами (Kartman и др., 1956), в которой показано резкое уменьшение числа микробных тел в блохах *X. cheopis* в течение первого дня после заражающего кормления. Интересно, что в полном соответствии с данными Тифлова лучше сохранились в блохах микробы вирулентного штамма (161), нежели вакционного ЕВ. В соответствии с данными Дункана, гипотетический бактерицид не действовал при пониженной температуре, и в наших опытах при 7—8° в блохах сохранилось практически то же количество микробов, которое было введено. Во всех случаях получены цифры того же порядка, что и расчетные, а в одном — практически идеальное совпадение: 86 и 80 тысяч микробных тел. Следует учитывать, что опыты носили предварительный характер и посев с разведением 1/10000 производили на одну чашку Петри с агаром, поэтому особенно важно было получить совпадение порядков цифр, отражающих количества микробных тел, что и было достигнуто в этих опытах.

Таблица 3

Обнаружение микробов P. pestis в организме принудительно накормленных блох *X. gerbilli minax*

Штамм	Пол блох	Количество зараженных блох	Количество блох, у которых обнаружены микробы	Расчетное количество поглощенных особью микробных тел	Количество микробных тел, обнаруженных при посеве через		
					15—30 мин.	1.5 час. пребывания при 21—24°	3—5 час. пребывания при 7—8°
EV	Самцы.	3	1	10000—30000	30	—	—
		1	1	50000	1000—1500	—	—
	Самки.	1	1	100000	60	—	—
		1	1	210000	240—400	—	—
		6	0	90000—250000	—	0	—
		1	1	37000	—	—	20000
		1	1	86000	—	—	80000
		1	1	180000	—	—	890000
161	Самки.	1	1	173000	10000	—	—
		5	1	50000	—	200	—

Примечание. Посев микробных тел не через 3, а через 1.5 часа.

Проведенная работа является, на наш взгляд, основанием для дальнейшего изучения судьбы микробов в организме переносчиков — блох, реакций блох на введение различных количеств микробных тел и приспособительных механизмов самих микробов.

ВЫВОДЫ

1. Изучены скорость питания и степень насыщения блох *X. gerbilli minax* и *C. laeviceps* при принудительном кормлении через капилляр, показаны различия в скорости поглощения и объеме выпиваемой заражающей жидкости в зависимости от ее качественного состава.

2. Проведены наблюдения за выживаемостью принудительно накормленных микробами чумы блох; установлено, что гибель блох в результате процедуры кормления заметно не увеличивается по сравнению с нормой.

3. Установлено соответствие расчетного количества микробных тел, поглощаемых блохами, действительно содержащемуся в них; обнаружена быстрая редукция количества микробов в организме блох при 21—24° в первые часы после попадания их в организм блохи.

Литература

Алексеев А. Н. 1965. Принудительное дозированное кормление насекомых. Мед. паразитол. и паразитарн. бол., 4 : 467—471.

Алексеев А. Н., Бибикова В. А. и Хрусцелевская Н. М. 1967. Методика индивидуального принудительного дозированного заражения блох микробами чумы. Паразитол. 1 (2) : 176—179.

Балашов Ю. С., Бибикова В. А., Мурзахметова К. и Полунина О. А. 1961. Блоха как среда обитания чумного микроба. Сообщ. I. Питание и переваривание крови у незараженных блох. Матер. расшир. научн. конф., посвящ. 40-летию Казахстана, Алма-Ата : 27—30.

Балашов Ю. С., Бибикова В. А., Мурзахметова К. и Полунина О. А. 1965. Питание и нарушение клапанной функции преджелудка у блох. Мед. паразитол. и паразитарн. бол., 4 : 471—476.

Бгытова С. И. 1966. Сроки жизни блох большой песчанки Xenopsylla gerbilli minax, Wagn. 1910 в эксперименте в связи с условиями среды и питания. Тр. 6-й конф. по природной очаговости бол. и вопр. паразитол. Средней Азии и Казахстана.

Бибикова В. А., Осадчая Л. М. и Хрусцелевская Н. М. 1961. К изучению изменчивости чумного микроба в блохах. Матер. расшир. научн. конф., посвящ. 40-летию Казахстана : 30—31.

Бибикова В. А. и Хрусцелевская Н. М. 1965. Одно из направлений изучения блох и возбудителя чумы. Матер. 4-й научн. конф. по природн. очаговости и профил. чумы, Алма-Ата : 33—34.

Брюханова Л. В., Сардар Е. А. и Леви М. И. 1961. К методике определения количества крови, насасываемой блохой. Тр. научно-иссл. противочумн. инст. Кавказа и Закавказья, 5, 28—38.

Голов Д. А. и Иофф И. Г. 1928. Влияние различных условий на сохранение чумного микроба в организме блох и различных стадиях их развития. Тр. I-го Всесоюзн. противочумн. совещ., Саратов : 158—180.

Иофф И. Г. 1949. Aphaniptera Киргизии : 1—212.

Куницкий В. Н. 1961. К вопросу о питании блохи песчанок Ceratophyllus laeviceps Wagn., 1908. Матер. расшир. научн. конф., посвящ. 40-летию Казахстана, Алма-Ата : 107—109.

Куницкий В. Н. 1966. Эколого-географический очерк блох юго-западного Азербайджана в связи с их значением в природной очаговости чумы. Дисс. канд. биол. наук, Алма-Ата.

Тифлов В. Е. 1964. Судьба бактериальных культур в организме блох. В сб.: Эктопаразиты, 4 : 181—198.

Deoras P. Y. a. Joshee A. K. 1961. A note on the feeding mechanism of X. cheopis. Current Sci., 30 (12) : 465—466.

Duncan I. 1926. On a bactericidal principle present in the alimentary canal of Insects and Arachnids. Parasitology, 18 (1) : 238—252.

House H. 1958. Nutritional requirements of Insects associated with animal parasitism. Expl. Parasitol., 7 : 555—609.

Kartman L. 1954. Studies on Pasteurella pestis in Fleas. I. An apparatus for the experimental feeding of Fleas. Expl. Parasitol., 3 (6) : 525—537.

Kartman L., Prince F. M. a. Quan E. F. 1956. III. Comparative Plague-Vector efficiency of Xenopsylla vexabilis howaiiensis and Xenopsylla cheopis. Bull. World Helth Org., 14 (4) : 681—704.

Lavoipierre M. a. Hamachi M. 1961. An apparatus for observations on feeding mechanism of the Flea. Nature, 192 (4806) : 998—999.

O'Rourke F. J. 1956. Observations on pool and capillary feeding in Aedes aegypti (L.). Nature, 177, (4519) : 1087—1088.

Patton W. S. a. Ivans A. M. 1929. Insects, Ticks, Mites and venomous animals. Part I : 1—785.

Snodgrass R. E. 1944. The feeding apparatus of biting and sucking insects affecting man and animals. Smith. Inst. Publ. Misc. Collections, 104 (7) : 1—113.

ON THE ENGORGEMENT OF FLEAS UNDER THE CONDITIONS OF COMPULSORY FEEDING THROUGH CAPILLARY WITH PLAGUE MICROBES

N. A. Alekseev, V. A. Bibikova and N. M. Khrustzelevskaya

SUMMARY

Studies were carried out on the feeding rate and the volume of engorged liquid in *Xenopsylla gerbilli minax* and *Ceratophyllus laeviceps* under the conditions of compulsory feeding through a capillary. The feeding rate and the volume of liquid engorged depend on the quality of food: if blood from other animals was added, a marked rise in these values was observed. Observations were made also on the survival of compulsorily infested fleas and the vitality of microbes of plague in them. It has been established that the compulsory feeding does not cause the increase in the mortality of fleas and that the fleas infested with microbes can make themselves free of them.